

BIOLOGÍA DEL MINADOR DE LAS HOJAS DE LOS CÍTRICOS (*Phyllocnistis citrella* Stainton)

□ Garrido A., Jacas J., Margaix C., Tadeo F.

Tras aparecer un nuevo fitófago en una área determinada de un cultivo, el primer paso que se da es saber cómo se llama. Con ello vamos a poder consultar la bibliografía existente e iniciar los estudios pertinentes en la nueva zona donde se ha establecido. Existe no obstante un paso anterior a la iniciación de los estudios que contribuirán a su control con los métodos más adecuados, tal es el conocer al máximo todas sus fases morfológicas y, a continuación, y con el bagaje de conocimientos disponibles emanados de la bibliografía consultada sobre su biología y comportamiento, proceder a un estudio exhaustivo en la nueva zona donde se ha introducido, con el fin de constatar lo ya estudiado en otras regiones o bien aportar datos nuevos de su comportamiento biológico, debido a las características particulares que pueda poseer en las nuevas áreas.

P. citrella, es un microlepidóptero que, como todos los del grupo, poseen las fases evolutivas de huevo, estadios larvares (ápodos), precrisálida, crisálida y adulto, de todos ellos solamente el adulto, o imago, tiene capacidad para desplazarse por medios propios entre plantas a grandes distancias, favorecidos en ocasiones por los vientos suaves, y constantes que les permiten dispersarse desde el lugar donde nacieron. Este hecho, unido a otras características biológicas, a las que más adelante haremos referencia, contribuyen a que, en poco tiempo, el insecto haya podido desplazarse a grandes distancias y colonizar nuevas áreas en las que si los factores abióticos y bióticos se lo permiten, se aclimata y termina por adaptarse a ellas.

P. citrella, vive sobre huéspedes diversos, si bien tiene una marcada preferencia por los que pertenecen a la familia botánica de las Rutáceas y dentro de ellos los que pertenecen al género *Citrus* sp.. En España sólo se la ha encontrado sobre las especies y variedades que se cultivan del género *Citrus* sp. (GARRIDO, 1995a), no habiéndose librado de sus ataques ninguna de ellas.

Es un microlepidóptero de pequeña talla (alrededor de 3 mm.) con aparato bucal bien desarrollado, siendo preciso para que realice la puesta que se alimente de soluciones azucaradas, que suelen ser proporcionadas por otros fitófagos con los que convive como; por ejemplo, moscas blancas, pulgones, cochinillas, etc.. Para realizar la puesta

le es imprescindible acoplarse, pues las hembras vírgenes en ausencia de macho no oviponen.

Tabla 1.- Reparto de los huevos en las hojas según la longitud de su limbo en mm., en la variedad navel.

INTERVALO DE VARIACIÓN DE LA HOJA EN mm. (x)	HUEVOS PUESTOS
1 < x ≤ 3	4
3 < x ≤ 5	11
5 < x ≤ 10	124
10 < x ≤ 15	200
15 < x ≤ 20	214
20 < x ≤ 25	223
25 < x ≤ 30	285
30 < x ≤ 35	139
35 < x ≤ 40	78
40 < x ≤ 45	76
45 < x ≤ 50	49
50 < x ≤ 55	9
55 < x ≤ 60	4
60 < x ≤ 65	4
65 < x ≤ 70	2
70 < x ≤ 105	0
PUESTA TOTAL	1.422
HUEVOS PUESTOS EN EL INTERVALO 10-40 mm.	1.139 → 80'09 %
HUEVOS PUESTOS EN EL RESTO DE HOJAS	283 → 19'90 %

Recién emergidos, los adultos de ambos sexos se acoplan, aunque las hembras no inician la puesta inmediatamente, sino que les es preciso un período de preoviposición (MARGAIX et al., 1998) que suele ser de 2 a 3 días según las condiciones climáticas reinantes. Las hembras son las que eligen el huésped y substrato donde depositan los huevos (GARRIDO, 1995a), estos pueden ser puestos tanto en el haz como en el envés de las hojas, a partir de hojas cuya longitud mínima es de 1 mm., encontrándose puesta incluso en hojas de 70 mm. de longitud, con tal de ser tiernas, si bien prefieren para realizar la oviposición hojas cuyo tamaño longitudinal oscile entre los 10 y 35 ó 40 mm. según variedades (GARRIDO y GASCÓN, 1995, TANBINGLIN y HUANG, 1996) ver tabla 1. Según estos mismos autores, alrededor del 97% de los huevos que lleva un brote se ponen en sus últimos 5 cm. apicales coincidiendo con la

□ Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. IVIA. Moncada (Valencia)

abundancia de hojas receptivas a la puesta, no habiéndose encontrado huevos en hojas endurecidas y viejas. Por ello, en árboles donde no existan hojas nuevas, desaparece el minador por no encontrar hojas adecuadas para realizar la puesta. Si el cero de desarrollo de los cítricos se admite que son 12.8°C , en aquellos lugares en que existan periodos amplios de tiempo que las temperaturas medias y (mínimas) se encuentren por debajo del cero de desarrollo, no existirá la posibilidad de que en los cítricos hojas receptivas para la puesta de los posibles adultos presentes. Todo ello conduce a la desaparición del minador en estos lugares por periodos más o menos largos en que temperaturas no superan el cero de desarrollo de los cítricos. En la Comunidad Valenciana este periodo de bajas temperaturas se sitúa aproximadamente entre finales de noviembre y principios de marzo (3 meses), cifras climáticas similares se obtienen para las zonas cítricas del resto de la Península y Baleares, en cambio en las Islas Canarias incluso en los meses más fríos, las temperaturas medias de las mínimas no descienden de los 16°C y la media de máximos y mínimas supera en todo el periodo (diciembre-marzo) los 19°C . Ello hace que durante todo el año se encuentren presentes en los cítricos canarios todas las fases evolutivas del minador existiendo lógicamente periodos de descenso poblacional, que coinciden con los periodos en que la temperatura de las Islas se aproxima más al cero de desarrollo de los cítricos, que lleva a una disminución de la brotación y de la masa foliar receptiva al minador.

Desde el punto de vista del control químico del minador esta relación entre desarrollo de la planta y de la plaga hace que, los periodos de máxima actividad vegetativa de las plantas (según variedades) coincidan con poblaciones abundantes de minador (julio-agosto) por lo que no se obtienen resultados eficaces con los plaguicidas, ya que los cítricos están continuamente emitiendo hojas que en pocos días son receptivas para la puesta y ocurre que tras un tratamiento que aparentemente ha sido eficaz, a los 2 ó 3 días del mismo, existen nuevas hojas que no han recibido el producto pudiendo recibir las mismas nueva puesta y evolucionar en ellas sus diferentes fases, sin interferencia alguna y de aquí, que en los periodos de máxima actividad vegetativa con presencia simultánea de minador, sea preciso si queremos mantenerlo a niveles mínimos realizar tratamientos frecuentes y repetidos; cosa que no aconsejamos en ningún caso.

Los adultos tienen actividad crepuscular y matinal, mostrando gran movilidad a estas horas para alimentarse, acoplarse y oviponer. La hembra deposita sus huevos sobre la superficie de las hojas, como antes hemos indicado. Al poco tiempo de realizarse la puesta se completa el desarrollo embrionario cuya duración depende de los factores climáticos existentes (sobre todo temperaturas). Formada la larva, ésta comienza a romper el corión del huevo, por la

zona de contacto con la cutícula, perforando también esta última, quedando entre el parénquima foliar y bajo la cutícula. A partir de aquí la larva va trazando un camino bajo la misma que va a constituir la mina de forma más o menos sinuosa consumiendo en todo momento la capa de células epidérmicas situada bajo la cutícula (NUCIFORA y NUCIFORA, 1997) y respetando el mesófilo de la misma (GARRIDO, 1995b), Figura 1.

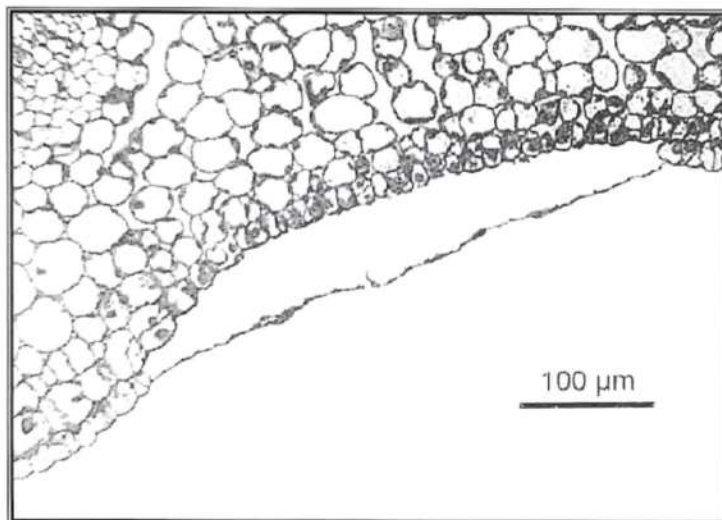


Figura 1.- Sección transversal de la mina efectuada por *Ph. citrella*, en la que puede observarse la cutícula intacta, bajo la que la larva ha consumido la epidermis, que si se observa más allá de la mina.

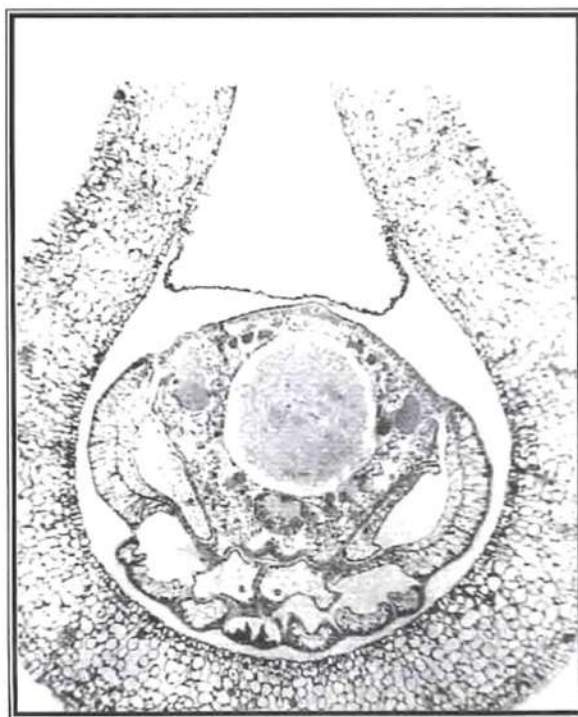


Figura 2.- Sección transversal de una crisálida, protegida por la hoja enrollada y por la capa cuticular.

Las larvas neonatas tienen un recorrido casi invariable en la mayor parte de los casos, inmediatamente que inicia la galería se orienta hacia el nervio central de la hoja y

después, como larva de primer estadio continúa labrando la galería paralela y pegada al nervio central hasta que llega a la parte basal de la hoja. Alcanzada esta zona la larva se orienta a la inversa hacia la zona apical pero no de forma recta y paralela al nervio central, sino que va describiendo una línea más o menos sinuosa, ocupando en ocasiones todo el ancho del limbo foliar, hasta que alcanza su máximo tamaño y se dispone a pasar al estado siguiente.

Esta forma de hacer la galería, permite que al mismo tiempo las hojas de pequeño tamaño vayan creciendo y cuando las larvas llegan a la zona basal, las hojas ya han adquirido un tamaño varias veces mayor al que tenía cuando fue puesto el huevo, disponiendo entonces la larva, o larvas, de suficiente alimento para completar su ciclo.

Durante la formación de la mina el estado larvario pasa por tres estadios en todas ellas se alimenta de la epidermis de las hojas, respetando el mesofilo y la cutícula de la misma (Figura 1), permaneciendo siempre entre la cutícula y el mesofilo, sobre el que se puede ver por transparencia el insecto que hace la galería dejando tras de sí un rastro más o menos oscuro, constituido por los excrementos del insecto.

Esta forma de vida de los estadios larvarios, quita eficacia a las aplicaciones químicas en su control, pues, si se trata de productos de penetración, para que actúen adecuadamente deben atravesar en primer lugar la cutícula de la hoja y, en segundo, el tegumento del insecto, por lo que en la mayoría de los casos no se consiguen las eficacias esperadas, por no penetrar las dosis letales de insecticida a través de estas dos capas protectoras, sobre todo en larvas de segundo y tercero estadio. Cuando las aplicaciones se hacen con productos sistémicos, que como sabemos se translocan a las zonas de máxima actividad vegetativa de la planta, que en nuestro caso son las preferidas por el minador, no se consigue en ocasiones las eficacias que se esperan, sobre todo en estado avanzado de desarrollo del minador (L2 y L3) debido a que, aunque el producto se encuentre en cantidades suficientes en el parénquima foliar y en la epidermis, al no alimentarse las larvas de la primera, éstas no llegan a consumir la dosis necesaria para que les produzca la muerte. Por ello estas larvas de minador pueden llegar a adulto. En cambio, las larvas neonatas y de primer estadio sí son afectadas, porque la pequeña cantidad de plaguicida acumulada en las células epidérmicas es suficiente para producirles la muerte.

Alcanzado su máximo tamaño, la larva se dirige hacia el borde de la hoja o bien se queda en el limbo para pasar al cuarto estadio larvario o precrisálida. Para ello, la larva de tercer estadio se desprende de sus mandíbulas, pues ya no tiene necesidad de alimentarse, y el aparato bucal se transforma en un pequeño tubo, que emite unos finos hilos de seda que le permite formar la cámara pupal, para lo cual

fija con los hilos la cutícula de la hoja al parénquima foliar como se observa en la figura 2. En esa figura, se ve que la precrisálida, y posteriormente la crisálida, queda rodeada en su mayor parte por la hoja enrollada y por la zona que pertenecía a la mina por una fina capa de hilos de seda dispuestos sobre la cutícula foliar. De esta forma el insecto queda confinado en su cámara pupal, protegido de los enemigos naturales y factores ambientales desfavorables como puedan ser vientos cálidos y con poca humedad ó bien desecaciones que se puedan producir. También esta forma de ubicarse la precrisálida y, posteriormente la crisálida, hace que quede casi en su totalidad protegida de la mayoría de los plaguicidas. Finalizada la fase de precrisálida el insecto entra en reposo volviéndose inactiva, para iniciar la crisalidación, donde se realizan todas las transformaciones que conducen a la formación del insecto perfecto o imago.

Cuando el estado pupal ha concluido y el adulto está completamente formado y se dispone a emerger, la crisálida, con ayuda de los movimientos que realiza con sus segmentos abdominales, se dirige hacia la zona de salida preestablecida por la precrisálida y con ayuda de su esclerito cefálico puntiagudo rompe la cámara pupal por su parte más sensible, sacando al exterior casi un tercio de su parte anterior y por su dorso y longitudinalmente se escinde la exuvia pupal, que permite la salida del adulto, que se acoplará y buscará hojas receptivas donde realizará la puesta para comenzar un nuevo ciclo evolutivo.

P. citrella, tiene un número elevado de generaciones, pudiendo alcanzar las 13 ó 14, coexistiendo todas las fases evolutivas simultáneamente (KNAPP et al., 1995). Lógicamente, el mayor número de generaciones depende en primera instancia de las condiciones climáticas donde se desarrolla el insecto, habiendo sido estudiado por BA-ANGOOD (1978), MINSHENG et al (1995) y TAN BINGLIN y HUANG (1996), en la tabla 2 se expone los resultados de la duración del ciclo a diferentes temperaturas que hemos obtenido en nuestro laboratorio, oscilando el mismo entre 10 y 51 días. En esa tabla se aprecia que a medida que la temperatura aumenta, el número de días para completar el ciclo disminuye a 26°C, se llega a una duración media de 15 días, ello explica o justifica el elevado número de generaciones que tiene en nuestras condiciones climáticas que puede llegar a las 12 ó 13 generaciones anuales. Existe evolución del huevo y larvas de primer estadio a 35 y 36°C respectivamente, pero se produce una mortalidad casi total y en crisálidas se ha suspendido tal evolución a los 38°C. Las temperaturas bajas producen también efectos negativos pues a 13°C los huevos no eclosionan.

Las larvas L1 se desarrollan mal a 10°C y las crisálidas a 6°C, todo ello a temperaturas constantes.

Tabla 2.- Duración del ciclo biológico de *P. citrella* Stainton en función de la temperatura media y, entre paréntesis, el rango.

TEMPERATURA 0°C	DURACIÓN DEL CICLO (DÍAS)
15	51'28 (47'60-59'10)
20	27'90 (26'40-33'60)
25	19'80 (16'80-21'30)
26	15'30 (14'60-16'50)
28	12'90 (12'50-12'62)
30	11'80 (9'40-14'40)
32	10'60 (9'80-11'50)

A 20 y 25°C los adultos presentan respectivamente una fecundidad media de 31'40 \pm 12'3 y 69'8 \pm 9'9 huevos/hembra, esta fecundidad, unida a la poca duración del ciclo, justifica el porqué en poco tiempo, a partir de la 2ª o 3ª generación primaveral, la población del minador crece en proporciones no previstas, pasando de casi no apreciarse daños a finales de mayo o principios de junio, a estar los árboles totalmente ocupados a partir de mediados de junio en las condiciones climáticas de la Comunidad Valenciana.

La longevidad de los adultos depende de la temperatura, habiéndose obtenido a 15°C una longevidad máxima en hembras de 33'6 \pm 5'1 días y para machos de 21'6 \pm 5'1 días. Cuando la temperatura ha sido de 35°C los valores respectivos para hembras y machos han sido de 6'8 \pm 2'0 y 5'6 \pm 2'0 días, lo que parece indicar que a altas temperaturas los adultos tienen una mayor actividad y por lo tanto mayor consumo energético que conduce a que su longevidad se acorte mucho, en relación a lo que se obtiene a temperaturas bajas.

Tabla 3.- Porcentaje de individuos que llegan al estado de crisálida, si se parte de huevos o estados larvarios, así como de adultos si se parte de crisálidas, cuando dichos estados se someten por intervalos de tiempo a 0°C. y posteriormente a temperaturas aptas para su evolución (25°C).

TIEMPO DE EXPOSICIÓN 0°, h=horas, d=días	% CRISÁLIDAS OBTENIDAS DE:			% de ADULTOS OBTENIDOS DE: CRISÁLIDAS
	HUEVOS	L ₁ -L ₂	L ₃ -L ₄	
24 h.	41'18	36'12	-	-
48 h.	26'25	34'38	71'43	-
96 h.	4'00	0'00	21'43	-
5 d.	2'39	-	12'68	44'45
7 d.	0'00	-	0'00	47'06
8 d.	-	-	-	17'65
10 d.	-	-	-	0'00

P. citrella, en sus fases inmaduras puede resistir bien las bajas temperaturas pues como se aprecia en la tabla 3, todos los estados evolutivos pueden resistir por cierto tiempo bajas temperaturas. De esta forma, cuando dichos estados han estado sometidos a bajas temperaturas durante cierto tiempo y, a continuación, se vuelven a poner en condiciones adecuadas para su evolución y desarrollo, pueden alcanzar el estado adulto. Ello nos quiere decir, y de acuerdo con las condiciones climáticas invernales, que tenemos en la Comunidad Valenciana y otras comunidades españolas, que *P. citrella* puede pasar el invierno en nuestros huertos, si bien sus poblaciones serán reducidas e iniciarán su recuperación a partir de primavera con la nueva brotación y reanudar su actividad sexual.

BIBLIOGRAFÍA

BA-ANGOOD, 1978. On the biology and food preference of the Citrus leaf miner, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera, Gracillariidae) in PDR of Yemen. Zang. Ent. 86: 53-57.

GARRIDO, A. 1995a. *Phyllocnistis citrella* Stainton, aspectos biológicos y enemigos naturales encontrados en España. Levante Agrícola. 1er trimestre: 13-21.

GARRIDO, A. 1995b. El minador de las hojas de los cítricos (*Phyllocnistis citrella* Stainton). Morfología, biología, comportamiento, daños, interacción con factores foráneos. Phytoma España. nº 72: 84-92.

GARRIDO, A.; GASCÓN, I. 1995. Distribución de fases inmaduras de *Phyllocnistis citrella* Stainton, según el tamaño de la hoja. Bol. San. Veg. Plagas, 21:559-571.

MARGAIX, C.; JACAS, J.; GARRIDO, A. 1998. Parámetros de reproducción de *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) en condiciones controladas. Bol. San. Veg. Plagas. nº (aceptado para su publicación).

MISUHENG, Y.; LIANDE, W.; QUIONGHUA, Z.; XINGXIAO, F. 1995. Influence of temperature on an experimental population of citrus leafminer. Journal of Fugian Agricultural University, 24 (4): 414-419.

NUCIFORA, A.; NUCIFORA, M.A. 1997. The citrus bud-miner (*Phyllocnistis citrella* Stainton) in citrus nurseries in Sicily. Istituto Entomologia Agraria-Università di Catania. 5th International Congress of Citrus Nurserymen. Selective Control Methods: 1-15.

TAN BINGLIN; HUANG, M. 1996. Managing the citrus leafminer in China. Managing the Citrus Leafminer. Proceedings from an International Conference. M.A. HOY Editor, University of Florida, Gainesville. Orlando, april 23-25: 49-52.